Arnaldoa 23 (2): 631 - 648, 2016
http://doi.org/10.22497/arnaldoa.232.23214
ISSN: 1815-8242 (edición impresa)
ISSN: 2413-3299 (online edition)

Efecto del antifouling en la abundancia de *Ciona intestinalis* y en el crecimiento de *Argopecten purpuratus*

Effect of antifouling paint in the abundance of *Ciona intestinalis* and growth of *Argopecten purpuratus*

Jorge Luis Colunche Díaz
Gerente de producción, Empresa ACUAPESCA, Ancash, Perú
colunche_acua@hotmail.com

Federico Gonzales Veintimilla
Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad, Perú.
gonzalesf25@yahoo.com.mx

Pedro Quiñones Paredes
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad, Perú
gonzalesf25@yahoo.com.mx

Jackson Ricardo Terán Iparraguirre
Asesor Técnico, Control S.A.C., La Libertad, Perú.
richardnaret@yahoo.es

Recibido: 2-VIII-2016; Aceptado: 28-X-2016; Publicado: XII-2016

Resumen

Con el objetivo de determinar la influencia de pintura antifouling en el principal epibionte *Ciona intestinalis* y en el crecimiento de *Argopecten purpuratus*, se realizó el presente trabajo de investigación, para lo cual se escogieron dos estaciones de muestreo y realizaron muestreos mensuales, de mayo a setiembre del 2014 en las linternas de cultivo de este molusco, en donde se determinó el porcentaje de cobertura del tunicado, como índice de abundancia, y se midió el incremento en talla de "concha de abanico" haciendo uso de un vernier; asimismo, se determinó la tasa de mortalidad. Paralelamente se tomaron datos de temperatura y oxígeno disuelto. Posteriormente, se determinó la correlación existente entre la abundancia de *C. intestinalis* y tasa de mortalidad y crecimiento de *A. purpuratus*. Se encontró la existencia de una correlación inversa entre la abundancia de *C. intestinalis* y la tasa de crecimiento y de mortalidad de *A. purpuratus*.

Palabras clave: pintura antifouling, *Argopecten purpuratus*, epibionte, *Ciona intestinalis*, abundancia, tasa de crecimiento.

Abstract

This research was conducted in order to determine the influence of antifouling paint in the main epibiont *Ciona intestinalis* and in the growth of *Argopecten purpuratus*, for which two sampling sites were chosen and monthly surveys were conducted from May to September 2014 in cultivation lanterns of this shellfish, where the tunicate´s percentage of coverage was determined, as an abundance index, and the increase in size of "scallops" was measured using a vernier; likewise, mortality rate was determined. In parallel, data of temperature and dissolved oxygen were taken. Then, the correlation between the abundance of *C. intestinalis* and the mortality and growth rate of *A. purpuratus* was determined. The existence of an inverse correlation between the abundance of *C. intestinalis* and growth and mortality rate of *A. purpuratus* was found.

Key words: antifouling paint, *Argopecten purpuratus*, epibiont, *Ciona intestinalis*, abundance, growth rate.

Introducción

El *Argopecten purpuratus* "concha de abanico" (Lamarck 1819) se ha constituido como uno de los moluscos más importantes de la costa del Pacífico, no sólo por su alta productividad, sino también por la importancia que tiene como producto de exportación (Jacinto, 2009).

Desde hace varias décadas, el cultivo de "concha de abanico" a nivel mundial se realiza en sistema de fondo y en suspendido, este último ha sido adoptado en muchos países debido a que con este sistema se logra una mayor tasa de crecimiento en comparación a los ejemplares de los bancos naturales, además de ofrecerles protección contra los depredadores (Alcázar & Mendo, 2008).

En el Perú, la producción proveniente de cultivos se ha incrementado notablemente y, se ha convertido en el principal producto marino de exportación para los mercados

de Francia y USA (PRODUCE, 2007; FAO, 2012). Asimismo, se presenta una producción de 11 066 toneladas de *A. purpuratus* en 2005 (Lovatelli *et al.*, 2008) a 58 101 toneladas en 2010 (Mendoza, 2011).

El proceso productivo es de origen Japonés aplicado por la mayoría de los cultivadores de este molusco, con la finalidad de acortar el tiempo de cultivo, pudiéndose obtener la cosecha al cabo de un año. Durante las operaciones de cultivo, se han visto en cierto grado obstaculizadas; por la falta de un método efectivo para el control de uno de los principales problemas, la presencia de incrustaciones biológicas o biofouling (Jacinto, 2009), denominación que se les da a todos aquellos organismos marinos que viven asociados a estructuras sumergidas creadas por el hombre, que luego de terminar su vida planctónica buscan un sustrato donde asentarse y continuar con su crecimiento (Mendo, 2011).

El biofouling o bioincrustaciones causa anualmente billones de dólares en pérdidas económicas en diversas actividades marinas del mundo. Actualmente, no hay una solución definitiva para este problema, lo cual se agrava debido a las restricciones para el uso de potentes biocidas con metales y otras sustancias contaminantes, las que eran comúnmente utilizadas (Clarke, 2008). El biofouling influye directamente en el desarrollo de la especie en cultivo, en el nivel de producción y por ende, en la rentabilidad de un cultivo comercial (Jacinto, 2009). Entre los daños que provoca el biofouling, podemos indicar, el aumento del costo de la mantención de las estructuras de cultivo (Pearl-nets, linternas, boyas, cabo, bolsas, redes, entre otros), afectando proporcionalmente el costo de operación, debido a que se deben realizar limpiezas periódicas de estas estructuras y cambios de los sistemas. La influencia del biofouling en el rendimiento de los Sistemas de cultivo se ve reflejado en el crecimiento de las especies cultivadas (Loayza, 2011), señala la gran influencia negativa que tienen las incrustaciones sobre las tasas de crecimiento de los pectinidos.

El biofouling está compuesto de organismo sésiles y los más abundante entre ellos: los Briozoos, Hidroides, Cirripedios, Tunicados y microalgas; y entre los organismos móviles, mencionar a los Poliquetos, Gastrópodos, Decápodos, Anfípodos y equinodermos (Colunche, 2007).

La generación y crecimiento de la comunidad incrustante en las estructuras de cultivo, aumenta la rugosidad superficial y la resistencia a la fricción de los mismos contra el agua. Dentro del fouling, algunos organismos, por su naturaleza calcárea, aceleran el deterioro del film protector anticorrosivo, producen variaciones en la concentración de oxígeno dando lugar a corrosión o generan un medio ácido debido a su metabolismo que favorecen los procesos de aireación diferencial (corrosión localizada) (Rascio *et al.*, 2014).

Con el fin de evitar pérdidas económicas debido al deterioro de los materiales y el excesivo gasto de energía antes citado es que desde la antigüedad se vienen empleando distintos tipos de protecciones, entre éstas, sobresalen los revestimientos de cobre que comenzaron a ser usados por los fenicios sobre embarcaciones de madera y que fueron empleados hasta el siglo XVIII. Alrededor de 1950 aparecieron las pinturas organometálicas que contenían en su composición cobre, mercurio, arsénico y derivados orgánicos del estaño como el tributil estaño (TBT) (López & Ruiz, 2004).

El uso de TBT como biocida para recubrimientos antiincrustantes (antifouling) se extendió debido a que resultó ser eficaz y económico. Con el tiempo se ha podido comprobar los efectos desastrosos sobre el ecosistema marino del TBT por lo cual la Organización Marítima Internacional (IMO) consecuentemente prohibió, a partir del primero de enero del 2003, la producción de pinturas antiincrustantes que contengan compuestos organoestánnicos como biocida y a partir del primero de enero del 2008 la presencia de dichas pinturas en las estructuras cultivos. Estas circunstancias han generado en la última década la necesidad de desarrollar nuevos pigmentos con actividad antifouling no perjudiciales para el medio ambiente ni para el ser humano (Yebra *et al.*, 2004; Almeida, 2007).

Clarke (2008) indica que en particular, en las actividades acuícolas, el biofouling produce un gran impacto por los altos costos de manutención de los sistemas y la reducción del rendimiento productivo de los cultivos. De tal forma, que disponer de productos antifouling no tóxicos para el ecosistema marino permitirá resolver una importante problemática ambiental y económica. El presente proyecto ha descubierto un producto que inhibe el desarrollo de las etapas primarias del biofouling, claves para el asentamiento posterior de todo tipo de organismos marinos. Este aditivo de origen bacteriano, el cual está en trámite de patentamiento internacional en Europa y Estados Unidos, tiene varias ventajas de tipo ambiental y un razonable costo de producción para la industria acuícola. Es difícil precisar la enorme magnitud del mercado para los productos antifouling debido a la creciente actividad acuícola la cual indudablemente requerirá de estos productos no contaminantes. La naturaleza de la sustancia inhibidora está caracterizada: es de origen proteico y los genes correspondientes a la sustancia inhibidora se encuentran almacenados en una librería genómica. Sin duda, que la generación del producto antifouling de origen bacteriano tendrá un alto impacto debido a que será el primer compuesto antifouling natural producido en Chile.

Recientemente se ha comprobado la actividad antiincrustante de una pintura antifouling de matriz soluble cuya formulación no contenía como agente biocida, tanato cúprico, éste, además, mostró en los ensayos de laboratorio tener efectos narcóticos sobre las larvas del biofouling (Pérez *et al.*, 2006).

Santa María (2008) en sus investigaciones biotecnológicas identifica que las pinturas antiincrustantes o "antifouling" son la mejor vía de protección de los cultivos marinos, habiéndose logrado hasta el un caudal de información considerable sobre su comportamiento a escala de planta piloto, en balsas experimentales y en servicio. En donde encontró un 70% de efectividad de la pintura en aguas marinas argentinas; además identifico que la cobertura del antifouling fue por moluscos y algas en 30%.

En el Perú, en la bahía de Guaynuna, Casma donde actualmente concentra las mayores áreas marinas otorgadas en concesión para el cultivo de esta especie (PRODUCE, 2007) se ha convertido en una de las zonas más importantes en la producción de "concha de abanico" en Latinoamérica (Mendo *et al.*, 2002; Jacinto, 2009). En esta zona al igual que en otras se combina el cultivo suspendido y de fondo solo en la etapa de engorde de adultos. El engorde de juveniles se realiza usando los

"pearl nets" donde los individuos crecen hasta aproximadamente los 30 mm para luego pasar a las linternas para su engorde hasta la talla comercial. El uso de "pearl nets" para el cultivo de juveniles por los altos costos que tiene es usado solo por empresas privadas y está limitada para los pescadores artesanales de bajos recursos.

En la bahía de Guaynuna, es práctica corriente que los cultivadores de *A. purpuratus* para disminuir la producción de biofouling sobre las linternas de cultivo, las ubiquen a profundidades de 7 m; sin embargo, enfrentan problemas debido a la disminución de las concentraciones de oxígeno disuelto a esas profundidades y por ende afecta la tasa de crecimiento y supervivencia.

El objetivo principal es determinar el efecto de la pintura antifouling en la abundancia de *C. intestinalis* y en el crecimiento de *A. purpuratus*, "concha de abanico" en el cultivo suspendido de la empresa ACUAPESCA S. A. C. ubicada en el Distrito de Casma.

Material y métodos

El **área** de estudio, fue la zona de cultivo de *A. purpuratus* "concha de abanico", de la empresa ACUAPESCA S. A. C. en la Bahía Guaynuná (9°20′ Latitud Sur y 78°25′ Longitud Este), distrito de Comandante Noel, provincia de Casma, departamento de Ancash (Fig. 1). El muestreo fue mensual y sistemático. Se seleccionaron dos estaciones de muestreo, la estación "A" (Con antifouling) y la "B" (Sin antifouling). En cada línea se sembraron 100 linternas, cada línea estuvo en paralelo. La tecnología de cultivo que fue la japonesa denominado Long-Line, la que consiste en líneas madre de 100 m, suspendida a 7 m del nivel de agua, utilizando 6 boyas marcadoras en el nivel de agua y teniendo como anclaje a 4 concretos de cemento de 750 kg.

En la investigación se registró la temperatura superficial del mar mediante un termómetro simple graduado de -0,5 a 45°C y de 0,1 °C de precisión; la temperatura de fondo se medió utilizando una botella muestreadora; asimismo, se registró la transparencia mediante el disco de Secchi. Además, se determinó el oxígeno disuelto superficial, con un oxímetro digital. Asimismo, se caracterizó la composición química de la pintura antifouling.

La abundancia de *C. intestinal* se realizó por observación directa del porcentaje de

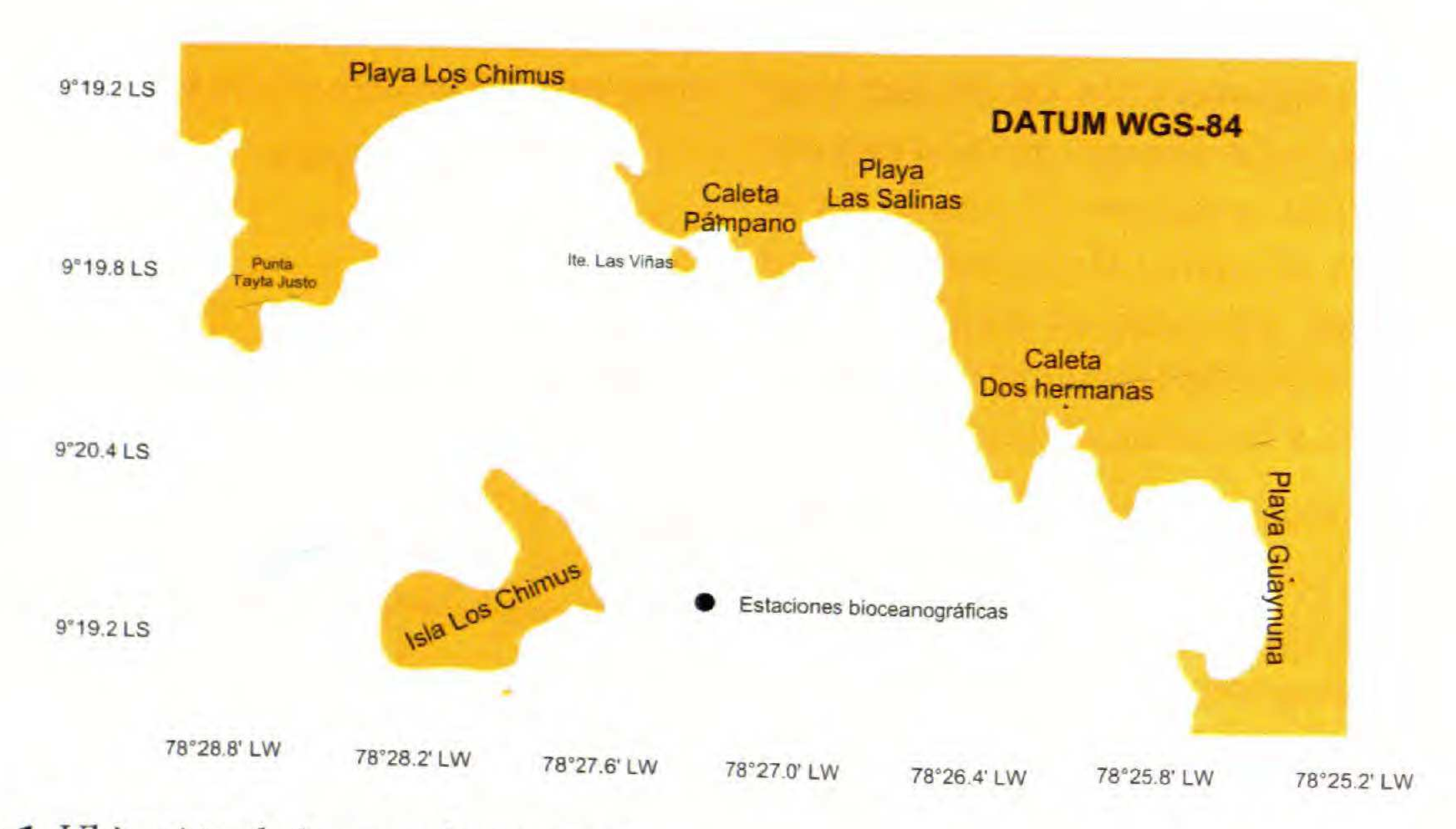


Fig. 1. Ubicación de la zona de muestreo

cobertura desarrollado sobre la malla de las linternas. El muestreó se realizó de mayo a setiembre del 2014. Paralelamente, se fueron tomando datos de crecimiento de *A. purpuratus* "concha de abanico", mediante la determinación de la altura de la valva, con la ayuda de un vernier; asimismo, se tomó datos de mortalidad. Para determinar la tasa de crecimiento se midieron individuos procedentes de sistemas de linternas (talla 44 mm.); la muestra se tomó en las estaciones "A" y "B".

La pintura antifouling empleada en el cultivo de "concha de abanico" es de tipo revestimiento protector selectivo acuícola con un monocomponente de secado físico base agua. Entre sus características podemos ubicar que la pintura no presenta cobre, ni metales pesado; en cuanto a sus propiedades se pueden observar en la tabla 1.

Resultados

Tabla 1. Propiedades de Pintura antifouling.

Propiedades	**Descripción**
Color	Mate
Porcentaje de Sólidos (%)	37 ± 2
Viscosidad (25°C)	160 ± 50
Peso específico (20°C)	1,16 ± 0,1 kg/l
Forma de suministro	Envase de 1 y 5 gl

En el área de estudio, la temperatura superficial del agua varió desde 17,8°C en junio hasta 19,2°C en setiembre, pero en la mayor parte del período de muestreo se encontró por debajo de 19°C. El rango de variación del oxígeno disuelto se encontró entre 4,0 mg/l hasta 5,6 mg/l en las aguas superficiales (Tabla 2 y fig. 2).

Tabla 2. Variación de la temperatura y oxígeno de la Bahía de Guaynuná, 2014.

MES	Temperatura (°C)			Oxígeno (mg/l)		
	S	M	F	S	M	F
Mayo	18,5	17.5	5,0	5,6	3,8	2,0
Junio	17,8	16.6	4,8	5,5	3,6	2,1
Julio	18,0	17.6	4,9	4,8	3,4	2,0
Agosto	18,2	16.8	4,3	4,0	3,2	1,5
Setiembre	19,2	17,7	2,6	5,0	3,2	1,9

S = SUPERFICIE, M = MEDIO, F = FONDO

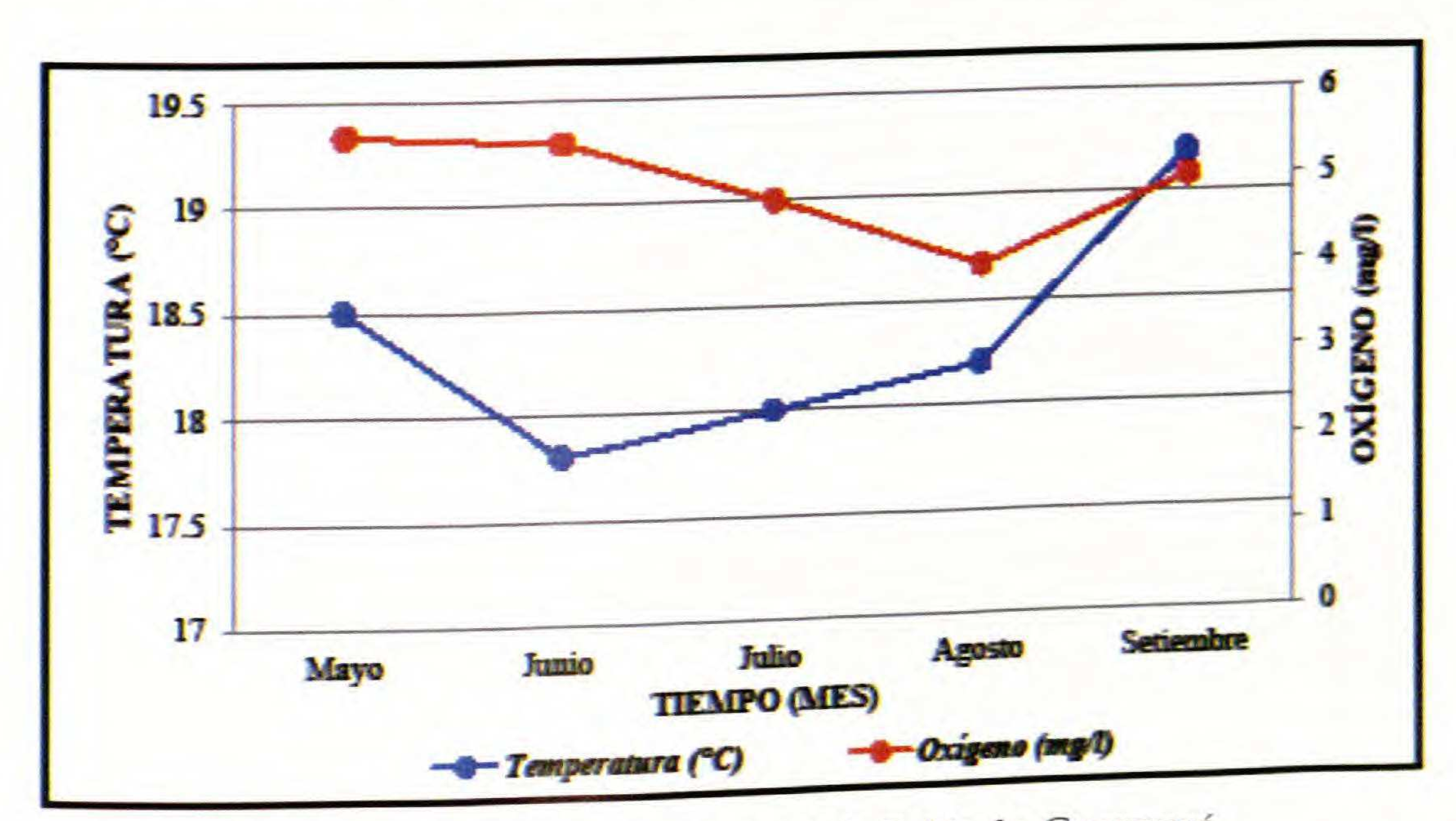


Fig. 2. Variación de la temperatura y el oxígeno de la Bahía de Guaynuná.

Los organismos que mayormente conformaron el fouling en las linternas de cultivo de *A. purpuratus* fueron *Ciona intestinalis, Gracillariopsis sp.* y *Choromytilus algosus*. De estos tres organismos, *C. intestinalis* fue el más abundante conforme se puede apreciar en el Tabla 3. Este organismo llegó a cubrir hasta el 82% de la superficie de la linterna sin antifouling, y esta acción de cobertura la hizo progresivamente con el tiempo (Tabla 3 y figs. 3 y 4). En esta misma tabla se pudo apreciar que mientras que en la estación A el mayor porcentaje de cobertura llegó 82%, en el mes de septiembre y en la estación B solo se alcanzó una cobertura máxima de 70% en ese mismo mes.

En la comparación de entre las linternas con antifouling y sin antifouling, se pudo apreciar las linternas con antifouling; la cobertura a los 30 días, en el estación B la cobertura fue del 5% donde solo se encontró pelillo y en la estación A no se reportó cobertura; mientras que junio en la estación B se reportó un 15% de cobertura y 13% de cobertura en la estación A donde las especies identificadas fueron pelillo y xiona (Tabla 3). Al finalizar la investigación, se identificó que las linternas sin antifouling se presentaron con una cobertura igual al 82% y del 70% en las linternas con antifouling (Tabla 4).

Tabla 3. Porcentaje de cobertura de las especies predominantes de fouling en las linternas de la estación A y B de la Bahía de Guaynuná, 2014.

MES	ESTACIÓN B (SIN ANTIFOULING)			ESTACIÓN A (CON ANTIFOULING)		
	Mytilus sp (Choros) %	*Gracilaria sp* (Pelillo) %	*Ciona Intestinalis* (Xiona) %	*Mytilus sp* (Choros) %	*Gracilaria* sp (Pelillo) %	*Ciona Intestinalis* (Xiona) %
Mayo	0	5	0	0	0	0
Junio	0	10	5	0	9	4
Julio	2	18	15	3	17	10
Agosto	4	25	17	5	20	15
Setiembre	12	30	40	10	25	30

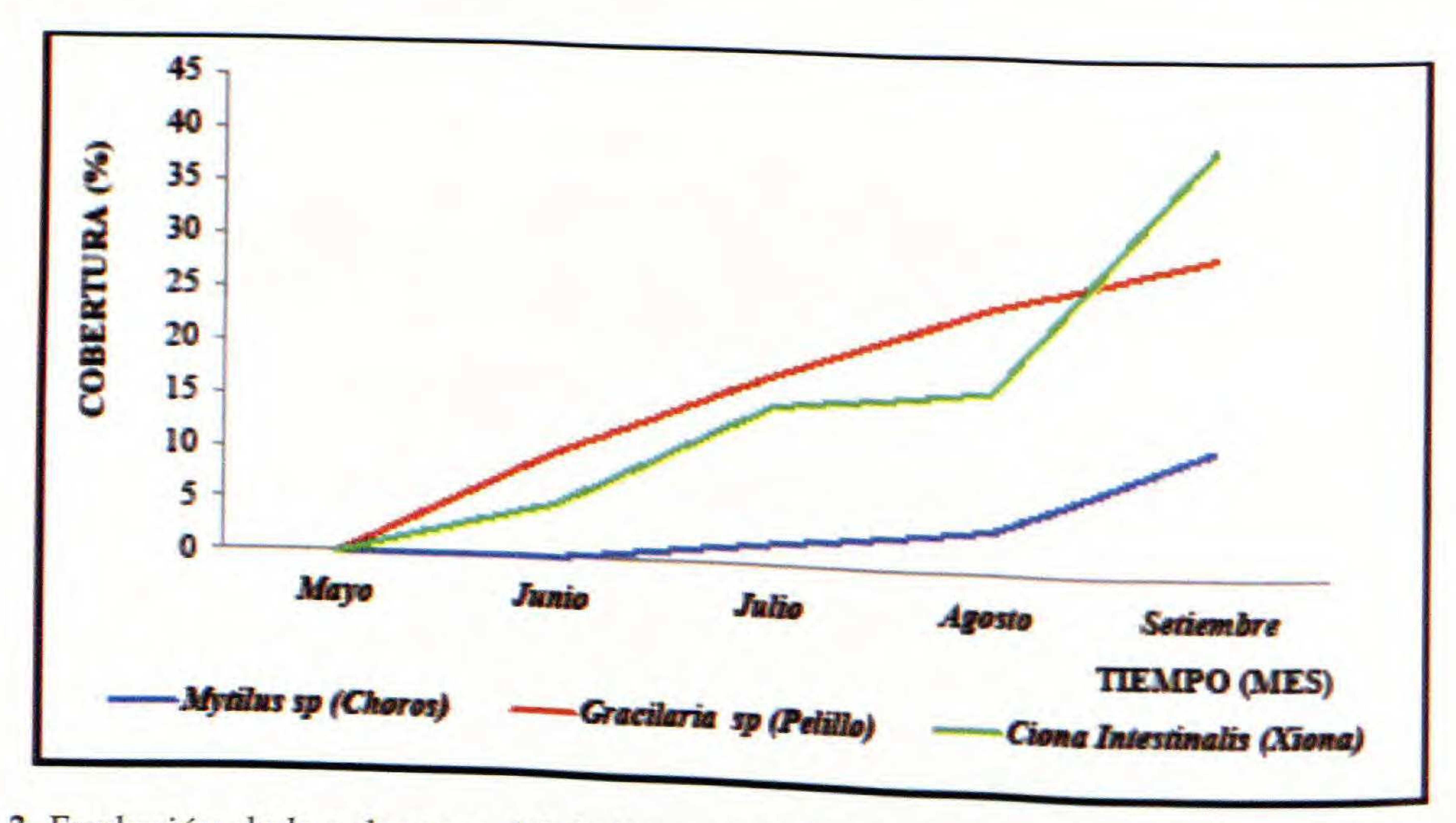


Fig. 3. Evolución de la cobertura del *fouling* en la estación B (Sin antifoulig) de la Bahía de Guaynuná, 2014.

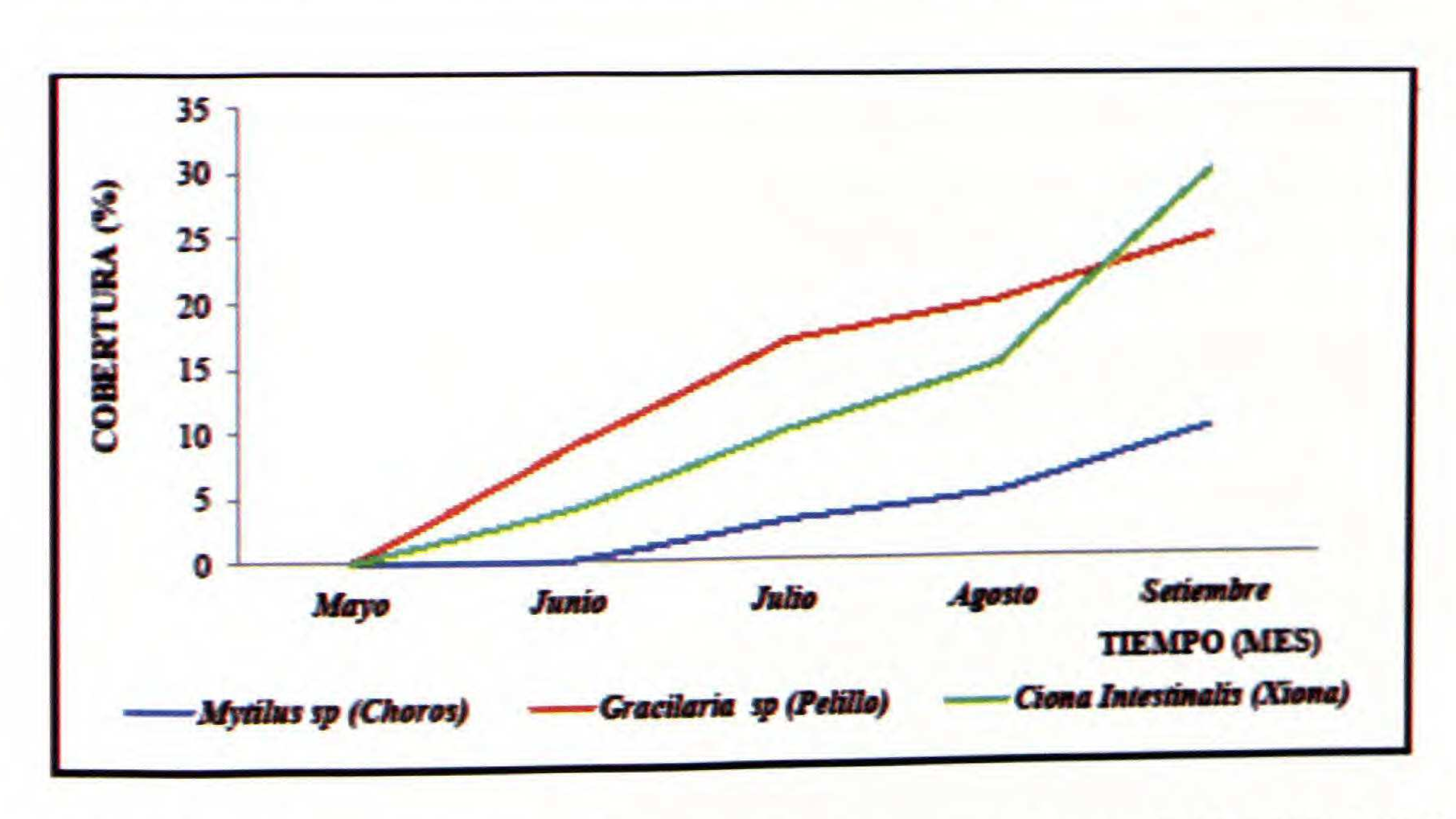


Fig. 4. Evolución de la cobertura del *fouling en* la estación A (Con antifouling) de la Bahía de Guaynuná, 2014.

Tabla 4. Porcentaje de cobertura de las especies predominantes de fouling en las linternas de la Bahía de Guaynuná, 2014.

MES	Porcentaje de cobertura de las especies predominantes (%)	
	Estación A (con antifouling)	Estación B (Sin antifouling)
Mayo	0	0
Junio	13	15
Julio	30	45
Agosto	40	46
Setiembre	65	82

Se comenzó a trabajar con ejemplares de "concha de abanico" de 44,00 mm de altura valvar promedio, en las dos estaciones de muestreo, y, conforme se lo pudo apreciar en el Tabla 5, esta talla se incrementó hasta lograr valores de 85,00 mm y 77,2 mm para las estaciones A y B respectivamente, se puede apreció, la variación de la tasa de crecimiento de *A. purpuratus* en relación con la abundancia de fouling, apreciándose una alta correlación entre estos dos parámetros, para las dos estaciones de muestreo encontrándose valores de 91,55% de grado de asociación en la estación A y de 89,94% en la estación B (Tabla 6). Cabe destacar que el crecimiento de *A. purpuratus* fue de mayor tamaño en la estación A donde la cobertura de fue menor.

Con respecto a la mortalidad, se pudo apreciar que fue mayor en las linternas que no tuvieron antifouling; presentando valores que fueron de 0% a 18,9% en la estación "B" (Tabla 7). Asimismo, se observó que la mortalidad de *A. purpuratus* tiene un alto grado de asociación con el incremento de cobertura como se pudo apreciar en la tabla 8, donde los valores de relación fueron

de 96,77% (Estación A) a 99,14% (Estación B).

En las figuras, 5, 6, 7, 8 y 9 se pudieron apreciar la evolución de la cobertura del fouling sobre la superficie de las linternas en las dos estaciones de muestreo. En lo que corresponde a la estación A y B, en linternas sin antifouling, en el mes de setiembre, la superficie de la linterna estuvo casi copada de estos organismos, mientras que, en las linternas con antifouling que correspondieron; la cobertura fue menor.

Tabla 5. Tasa de crecimiento de *Argopecten purpuratus*, "concha de abanico" en los sistemas de cultivo de la Bahía de Guaynuná, 2014.

MES	Tasa de crecimiento de *A. purpuratus* (mm)	
	Estación "A": Con antifouling	**Estación "B": Sin antifouling**
Mayo	0,0	0,0
Junio	11,2	11,1
Julio	12,7	12,9
Agosto	9,1	8,2
Setiembre	8,0	5,0

Tabla 6. Grado de relación entre cobertura (%) de fouling y Tasa de crecimiento de *Argopecten purpuratus*, "concha de abanico" en los sistemas de cultivo de la Bahía de Guaynuná, 2014.

Tasa de crecimiento de *A. purpuratus*	**Antifouling**	**Porcentaje de cobertura de Fouling (%)**	
		Estación "A" Con antifouling	**Estación "B" Sin antifouling**
Estación "A" (mm)	**Con**	$R^2 = 0.9155$	----
Estación "B" (mm)	**Sin**	----	$R^2 = 0.8994$

Tabla 7. Tasa de mortalidad de *Argopecten purpuratus*, "concha de abanico" en los sistemas de cultivo de la Bahía de Guaynuná, 2014.

MES	Tasa de mortalidad de *A. purpuratus* en la (%)	
	Estación "A" (Con antifouling)	**Estación "B" (Sin antifouling)**
Mayo	0,0	0,0
Junio	3,0	2,8
Julio	6,5	8,8
Agosto	9,8	12,1
Setiembre	14,0	18,9

Tabla 8. Grado de relación entre cobertura (%) de fouling y Tasa de mortalidad de *Argopecten purpuratus*, "concha de abanico" en los sistemas de cultivo de la Bahía de Guaynuná, 2014.

Tasa de mortalidad de *A. purpuratus*	Antifouling	Porcentaje de cobertura de Fouling (%)	
		Estación "A" Con antifouling	Estación "B" Sin antifouling
Estación "A" (mm)	Con	$R^2 = 0.9677$	----
Estación "B" (mm)	Sin	----	$R^2 = 0.9914$

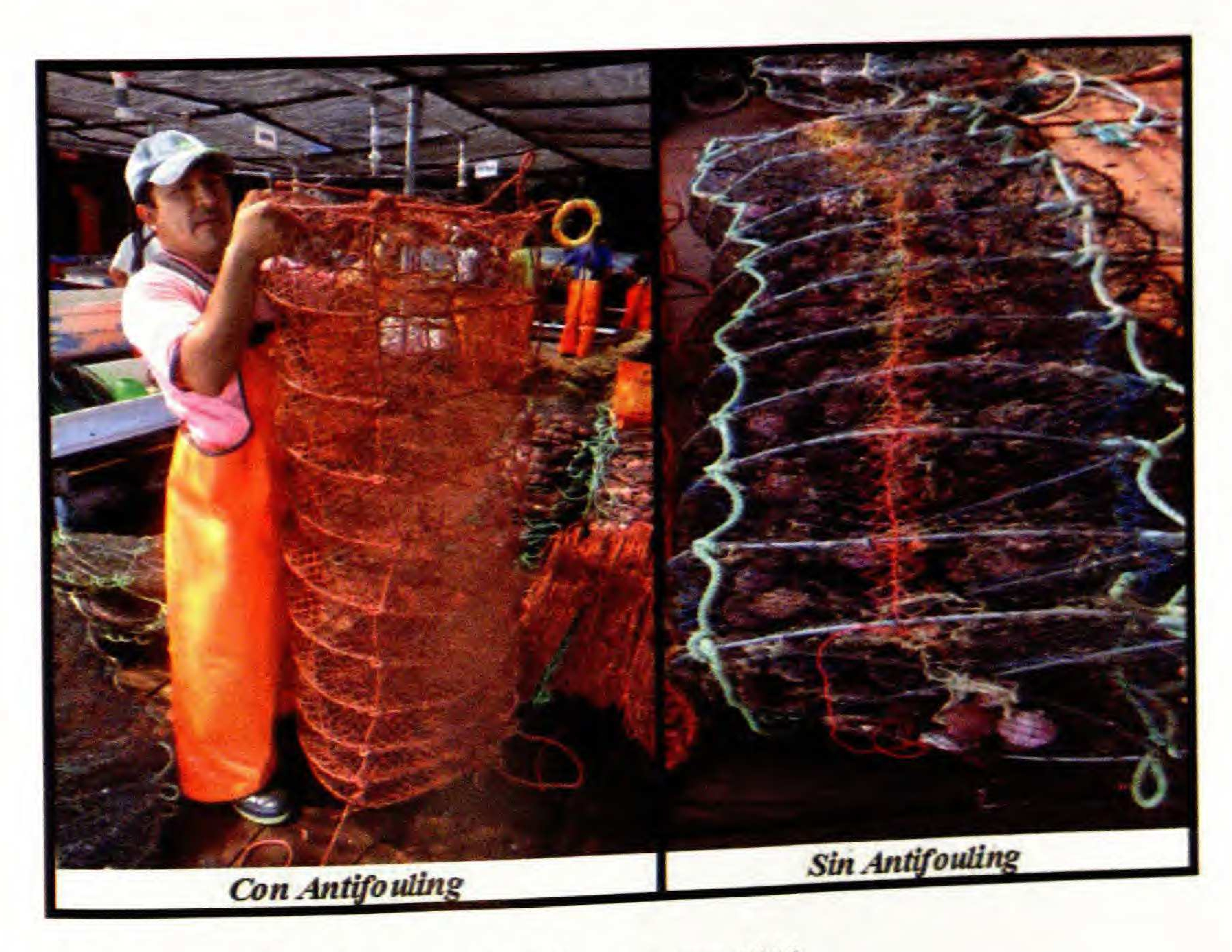


Fig. 5. Cobertura de la linterna por *fouling* en mayo, 2014.

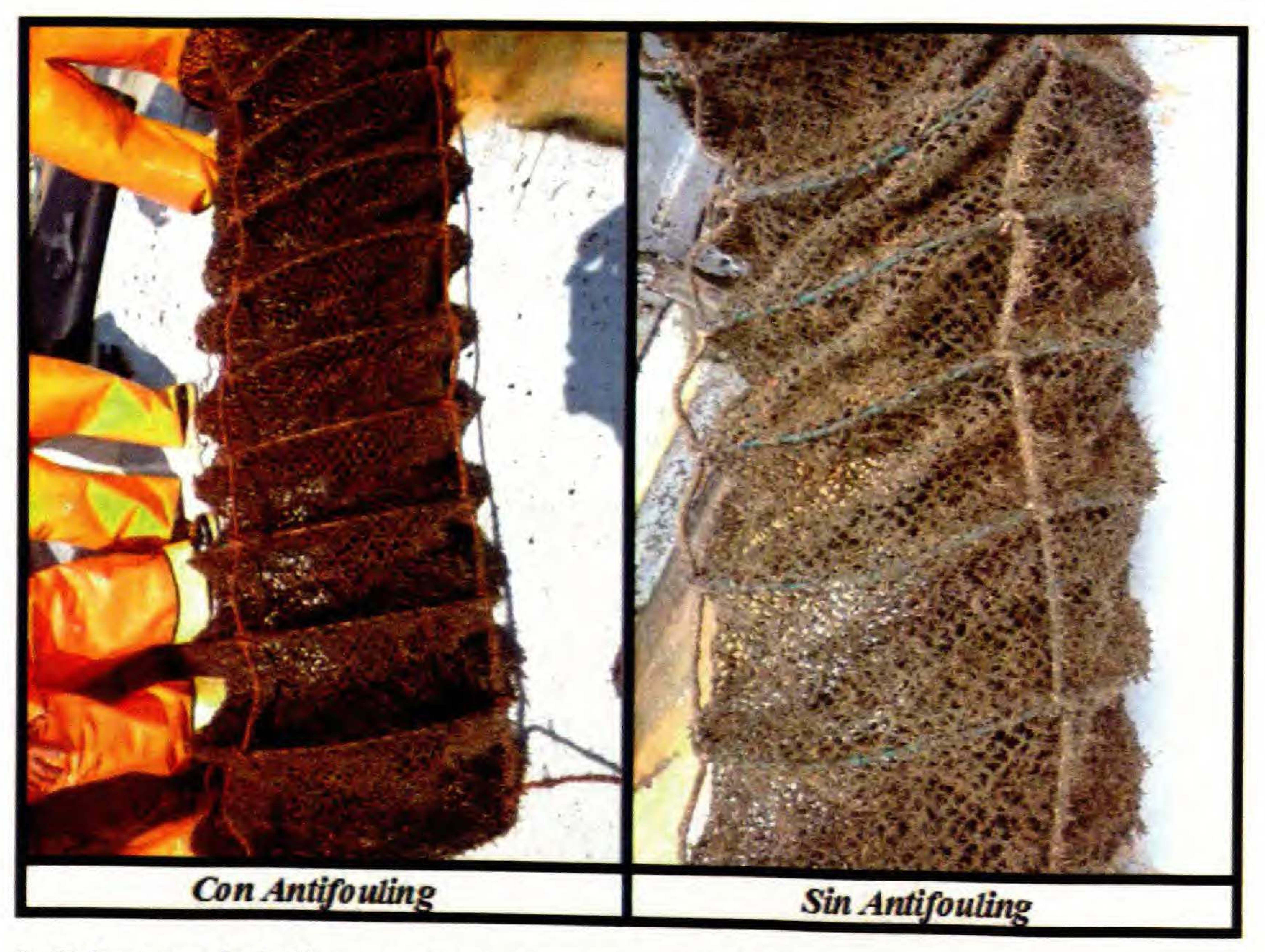


Fig. 6. Cobertura de la linterna por *fouling* en junio, 2014.

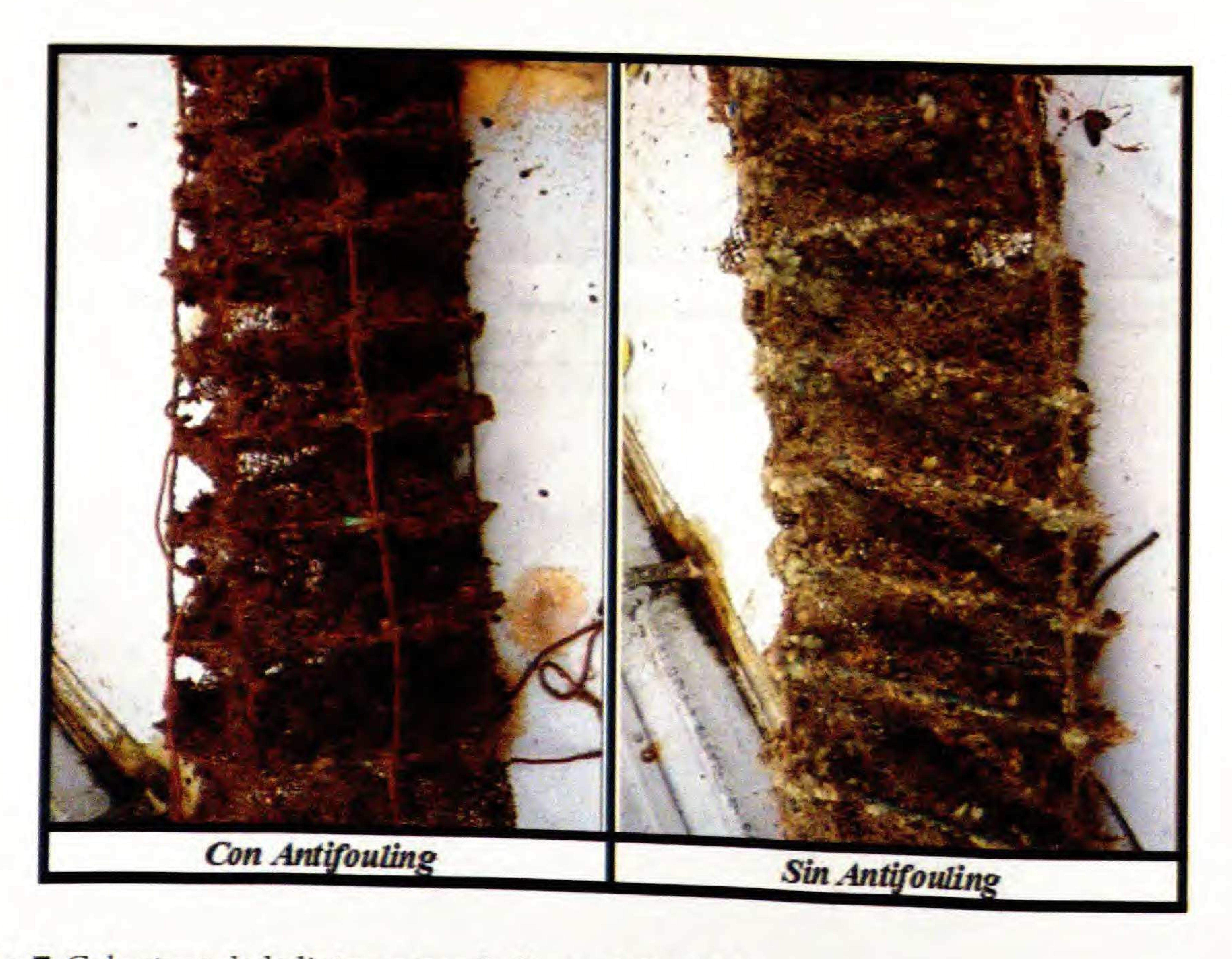


Fig. 7. Cobertura de la linterna por *fouling* en julio, 2014.

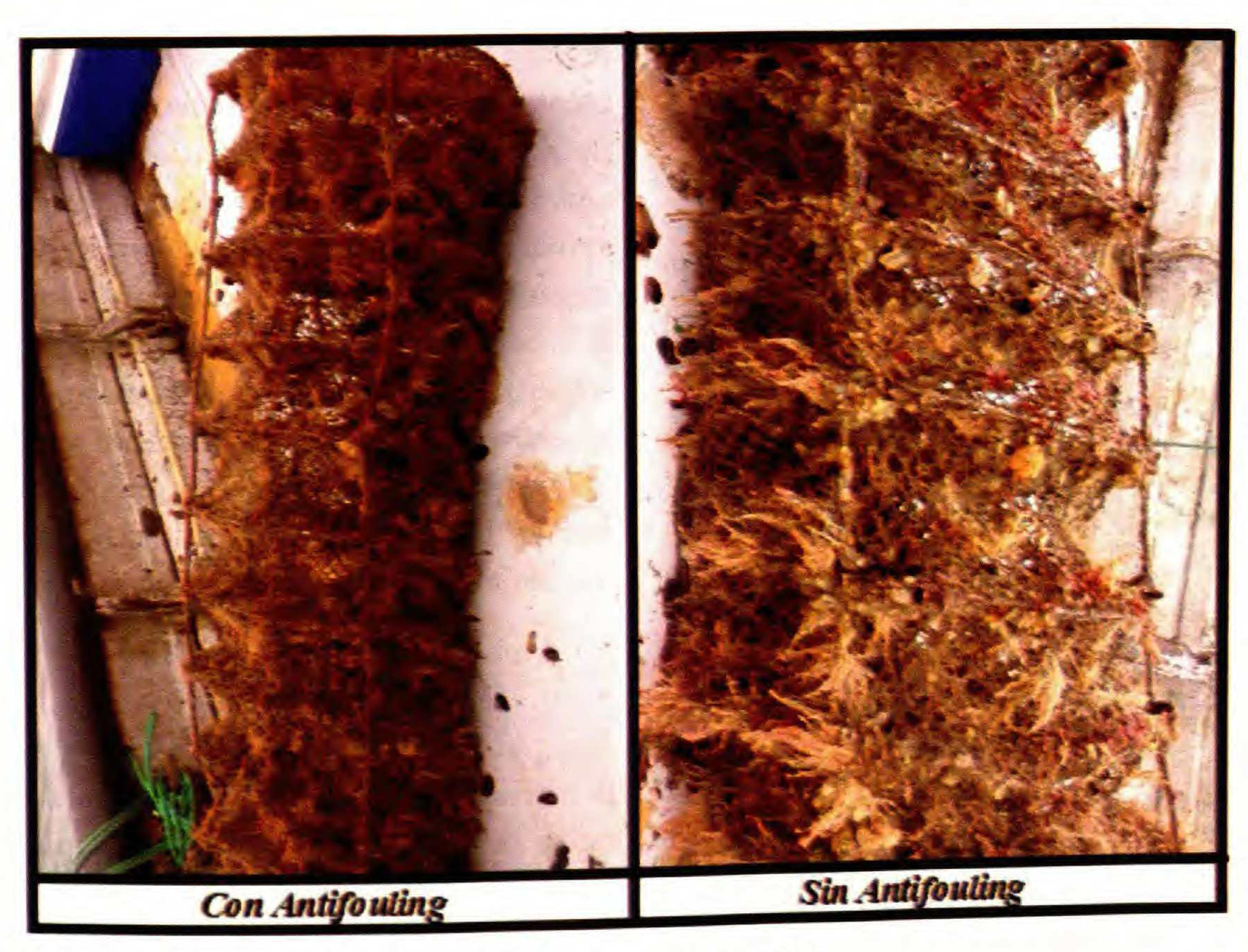


Fig. 8. Cobertura de la linterna por *fouling* en agosto, 2014.

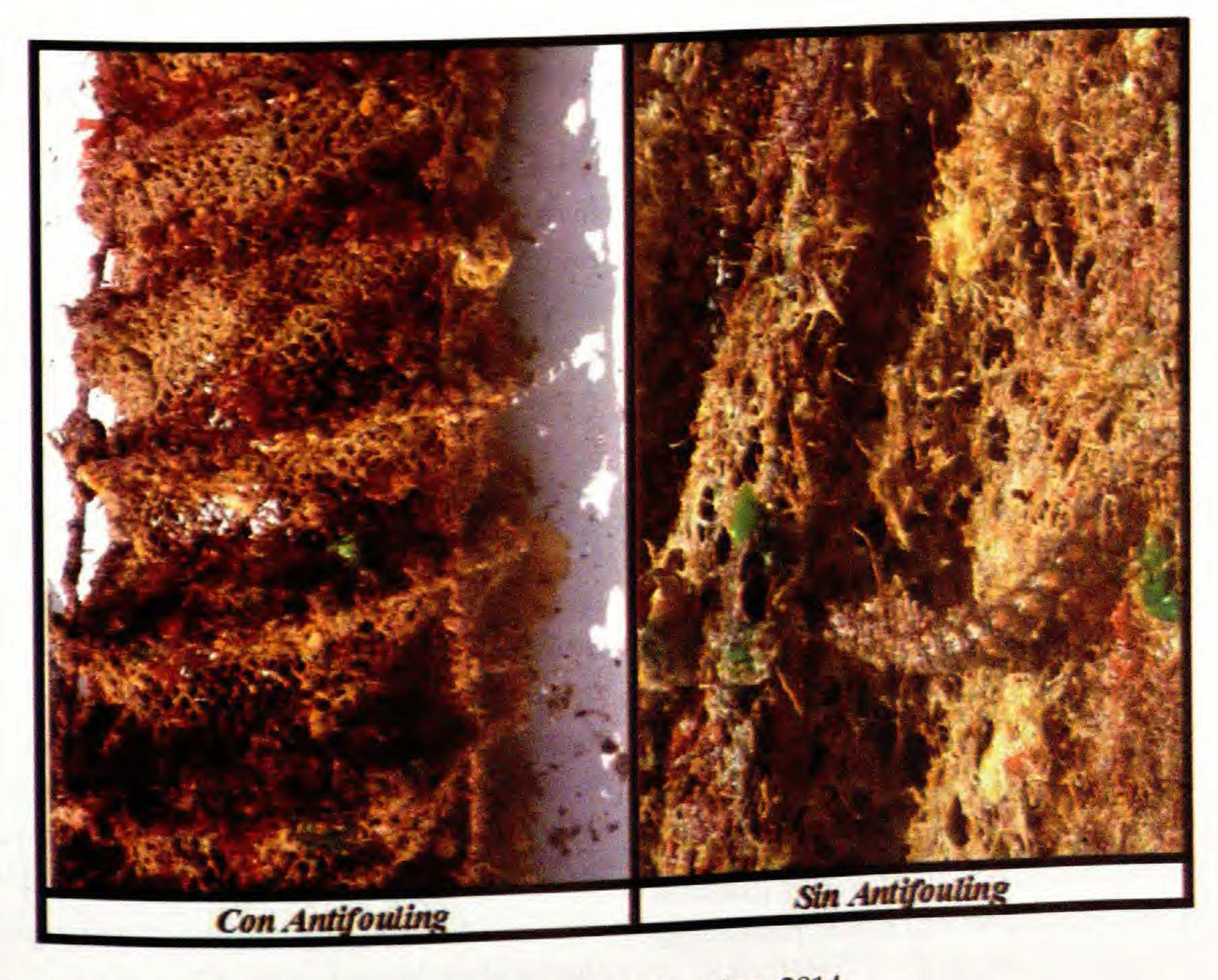


Fig. 9. Cobertura de la linterna por *fouling* en setiembre, 2014.

Discusión

En la naturaleza, los organismos que forman el fouling y *A. purpuratus* ocupan el mismo nicho ecológico, pues, compitiendo por el alimento que es el plancton de las aguas marinas, por lo cual el éxito de uno repercute negativamente sobre el otro. En este estudio se observó que la abundancia del primero, afectó la tasa de crecimiento y mortalidad del bivalvo.

Así pues los resultados indican que el mayor crecimiento de los ejemplares fue en las linternas con antifouling, asimismo, el porcentaje de cobertura de las linternas por *fouling* fue menor, *A. purpuratus* obtuvo mayor talla, o mayor tasa de crecimiento, sobre todo fue mucho mayor que en la estación "A" que en la estación "B"; desde el punto de vista de la rentabilidad del cultivo, las diferencias observadas en la talla de los ejemplares cultivados en las linternas con antifouling (Tallas entre 85 mm) y sin antifouling (menor a 77 mm) en el muestreo, otorga importancia al estudio realizado, puesto que es el principal productor y comercializador en el área marina en el Perú (Jacinto, 2009).

Las observaciones muestran que las estructuras de cultivo suspendido de *A. purpuratus*, ofrecen sustratos para la colonización de bioincrustantes, los que llegan a desarrollar toda una comunidad. La mayoría de estas especies son filtradoras, lo que puede significar competencia para "concha de abanico" y afectar su crecimiento (Uribe *et al.*, 2001; Mendoza, 2011). Asimismo, el empleo de pintura antifouling disminuye en 30% abundancia del fouling (Expresado en cobertura); esto concuerda con lo expresado por Bellotti *et al.* (2007) quien señala que el uso de pinturas antifouling podría ser suficiente para evitar la incrustación biológica.

Por otro lado, Santa María (2008) emplea pintura antifouling para prevención del biofouling marino en los sistemas de cultivo de *A. purpuratus* (Antofagasta, Chile) y en embarcaciones y estructuras portuarias sumergidas (Puerto de Mar del Plata; Argentina); logrando una disminución de la cobertura de fouling de 50% en cultivos *A. purpuratus* y a 60% en embarcaciones y estructuras; esto concuerda con la investigación donde se identificó la efectividad de la pintura antifouling para disminuir la cobertura del fouling.

Asimismo, Belloti, Romagnoli & Del Amo (2007) indican que las pinturas ensayadas podría ser suficiente para evitar la incrustación biológica, esto lo confirmar en su estudio, donde el uso de la pintura logró disminuir en un 55% la cobertura del fouling. Del mismo modo, Clarke (2008) en su investigación realizada en Chile, logro determinara que el empleo de pintura antifouling logra disminuir la cobertura del fouling en rango de 30 - 40 %. Estos estudios afirmaron lo encontrado en la investigación, donde el uso del antifouling favorece la disminución de la cobertura del fouling.

Nuestros resultados concuerdan con lo obtenido por Qian *et al.* (2010) quienes reportan que la cobertura total de los sistemas de cultivo suspendidos, produce una alta mortalidad y retraso en el crecimiento de *A. purpuratus*, debido a la reducción del flujo de agua a través de las linternas disminuyendo la disponibilidad de oxígeno disuelto y del alimento fitoplanctónico. En este caso el uso de la pintara antifouling reduce la mortalidad en 5%; concordado con lo expuesto por Yebra *et al.* (2004) quienes señalan que el uso de pintura antiincrustante disminuye la mortalidad del cultivo en 4%.

En forma diferente, se puede observar en el seguimiento de 5400 dispositivos de cultivo suspendido con *A. purpuratus* en Bahía Inglesa, Chile, durante tres años continuos, entre enero de 1995 y noviembre de 1997, que el 42% de estos dispositivos presentó una cobertura alta de fouling, permitiendo un flujo de agua suficiente hacia su interior. Una quinta parte de estos sistemas presentó una cobertura total de las mallas. En esta etapa de la infestación, el flujo de agua a través del dispositivo se redujo tanto que provocó la muerte de los pectínidos (Uribe *et al.*, 2001; Mendo *et al.*, 2002; Mendoza, 2011). Esto concuerda con lo encontrado para las linternas sin fouling donde la mortalidad alcanzo hasta un 18,6%; mientras que las que fueron impregnadas por la pintura antifouling tuvieron una tasa de mortalidad del 14%.

Conclusión

De este estudio realizado en la Bahía de Guaynuná, se puede concluir, que la abundancia de fouling afectó el crecimiento de *Argopecten purpuratus*, lo que se demuestra con los valores de asociación; que fueron de 91,55% (Estación A) y 89,94% (Estación B). Esto difiere al comparar las tallas de *A. purpuratus* en las linternas con antifouling donde fe de 85 mm y sin antifouling fueron menores a 78 mm. Asimismo, podemos concluir que el uso de pintura antifouling en el cultivo de *A. purpuratus* disminuye en un 30% la abundancia del fouling y en un 4,9 % la mortalidad.

Literatura citada

Alcázar, J. & J. Mendo. 2008. Crecimiento y supervivencia de juveniles de *Argopecten purpuratus* en sistemas de fondo y suspendido en la zona de Casma, Perú. Ecología Aplicada, 7(1,2). ISSN 1726-2216. 71 – 80 pp.

Almeida, E.; T. Diamantino & O. De Sousa. 2007. Marine paints: The particular case of antifouling paints"; Progress in Organic Coating, Vol. 59. 2-20.

American Publica Health Association American Water Work Association And Water Environmental Federation (APHA). 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater 19 th ed. American Public Health Association Washington D.C.

Belloti, N.; R. Romagnoli & B. Del Amo. 2007. Pintura no contaminantes para la protección antiincrustante. SAM/CONAMET, 629-633.

Clarke, M. 2008. Mejoramiento botecnologico de la producción y aplicación de compuestos antifouling de origen bacteriano para la industria marina. Santeago de Chile: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica.

Colunche, J. 2007. Efecto de la abundancia de *Ciona intestinalis* sobre el crecimiento de *Argopecten purpuratus* primavera 2006 – verano 2007. Universidad Nacional de Trujillo, Escuela de Postgrado, Sección de Postgrado en Ciencias Biológicas. 52 pág.

FAO. 2012. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia.

Jacinto, J. 2009. Efectos del fouling desarrollo en el sistema de cultivo suspendido sobre la tasa de crecimiento y mortalidad de *Argopectun purpuratus* ("concha de abanico") Bahía de Guaynuná, Casma, Ancash. Universidad Nacional de Trujillo, Escuela de Postgrado, Sección de Postgrado en Ciencias Biológicas. 58 pág.

Loayza, A. 2011. Problemática del biofouling en el cultivo de *Argopectun purpuratus* en el Perú. Revista Aqua TIC, nº 35. 9 – 19 pp.

Loayza, R. & Á. Tresierra. 2014. Variación del "biofouling" en linternas de cultivo de "concha de abanico" *Argopecten purpuratus* en bahía Samanco, Ancash, Perú. "Ciencia y Tecnología", Año 10, Nº 2, 19-34 pp.

López, E. & A. Ruiz. 2004. Production of environmentally innocuous coatings. Journal of Marine Reserch , Vol. 1. 5-22.

Lovatelli, A.; S. Vannuccini & D. Mcleod. 2008.Current status of world bivalve aquaculture and trade. En Lovatelli, A., Farías, A. y Uriarte, I. (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico

Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. 45–59 pp.

Mendo, J.; C. Cosavalente; J. Tam & R. Bandin. 2002. Growth and survival of the Peruvian scallop (*Argopecten purpuratus*) in suspended cultures in Independencia Bay (Pisco, Perú). Pp. 171-183. En: J. Mendo & M. Wolf (Eds). Bases ecológicas y socioeconómicas para el manejo de los recursos vivos de la reserva nacional de Paracas. Lima-Perú.

Mendoza, D. 2011. Informe: Panorama de la Acuicultura Mundial, en América Latina y el Caribe y en el Perú. Dirección General de Acuicultura, Ministerio de la Producción. Lima, Perú. 66p.

Pérez, M., G. Blustein; M. García; B. Del Amo & M. Stupak. 2006. Cupric tannate: a low copper content antifouling pigment. Progress in Organic Coatings, Vol. 55. 311-315.

PRODUCE. 2007a. [En línea]. Cosecha de la actividad de la acuicultura marina según especie. 1997-2006. Lima. Consultado el 15 de agosto del 2014. Disponible en ftp://ftp.produce.gob.pe/produce/dna/cosemari.pdf

PRODUCE. 2007b. [En línea]. Áreas habilitadas por DICAPI para desarrollar actividades de acuicultura. Lima. Consultado el 24 de setiembre del 2014. Disponible en ftp://ftp.produce.gob.pe/produce/dna/area.maricultura.pdf

Qian, P.; Y. Xu & N. Fusetani. 2010. Natural products as antifouling compounds: recent progress and future perspectives. Biofouling 26(2): 223–234 pp.

Rascio, V.; W. Bruzzoni; R. Bastida & E. Rozados. 2014. Protección de Superficies Metálicas"; Serie III Manuales Científicos-N°1.LEMIT.

Santa María, C. 2008. Taller internacional de Biotecnología marina. La Plata: Instituto de Investigación Marinas y costeras Jose Benito Vives de Andréis.

Uribe, E.; C. Lodeiros; E. Felix-Pico & I. Etchepare. 2001. Epibiontes en pectínidos de Iberoamerica. En: Maeda- Martínez A.N. (Ed.): Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. Cap.13: 249-266.

Yebra, D.; S. Kiil & K. Dam-Johansen. 2004. Antifouling technology—past, present and future steps towards efficientand environmentally friendly antifouling coatings"; Progress in Organic Coating, Vol. 50. 75–104.

ANEXO 1

Fouling indicando la estructura en que fueron encontradas en los sistemas de cultivo de *Argopecten purpuratus* "concha de abanico"

PHYLUM	ESPECIE	HABITAT	ABUNDANCIA	HABITOS
HEMICHORDATA	*Ciona intestinal*	B, C ,L, C, PN,B	C	Suspensívoro
MOLUSCO	*Semimytilus algosus*	C, PN, L, E1, E2	C	Suspensívoro
	Milytus sp	C, PN, L, E1, E2	C	Suspensívoro
	Lithophaga peruviana	C		Suspensívoro
	Barbatia gradata	L		Suspensívoro
	Pteria sterna	L,C		Suspensívoro
	Hiatela solida	BC		Suspensívoro
	Crucibulum spinosum	B		Herbívoro
	Stramonita haemastoma	B		Omnívoro
	Stramonita biseralis	B		Omnívoro
	Scurria viridula	B, E2		Herbívoro
	Fissurella limbata	B, C		Herbívoro
ARTROPODO	*Balanus sp*	B, L, E1	P	Suspensívoro
	Austromegabalanus psittacus	B, L, C		Suspensívoro
	Pollicipes elegans	L, C		Suspensívoro
	Lepas sp.	B, C		Suspensívoro
	Pilumnoides perlatus	L, E2		Carnívoro
	Pachicheles grossimanus	L, E2		Carnívoro
	Planes minutus	B, E2		Carnívoro
	Pilanoides perlatus	A	P	
ANELIDO	*Polydora sp*	E2	F	Suspensívoro
	Nereis callaona	E2	F	Carnívoro
	Hydroides sp.	E2		Suspensívoro
	Pomatoceros triqueter	E2		Suspensívoro
	Lepidonotus sp.	E2		Depositívoro
ANFÍPODO	*Gammarus sp*	A	P	
	Caprella sp	A	R	

EQUINODERMOS	*Tetrapigus niger*	L, B	F	Herbívoro
	Arbacia spatuligera	L, B		Herbívoro
	Caenocentrotus gibosus	L, B		Herbívoro
	Cucumaria dubiosa	B		Suspensívoro
BRIOZOO	*Menbraniphora tuberculata*		R	
PECES	*Hypsoblennius sordidus*	B, E2		Omnívoro
	Ophioblennius seindachneri			
	Pseudobalistes naufragium	L		Herbívoro

A = Adherido, C = Común, F = Frecuente, P = Presente, R = Raro B = Boya, L = Linterna, C = Cuerda, PN = Pearl net, BC = Bolsa Colectora, E1 = Epibionte sobre ***A. purpuratus***, E2 = Entre y sobre cirripedos, E3 = Epibionte sobre *Tubularia* sp. Especie Estructura Hábito trófico.